

УДК 535.7.085 : 657.71 (045)

И.В.ПАРСАДАНОВ, д-р техн. наук

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

В.Д.КОЛОТИЛО, канд. техн. наук, В.В.ПОПКОВ, С.И.ТРЕТЬЯКОВ

КП «ПТП «Вода», г.Харьков

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИН ГОРОДСКОГО КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА С УЧЕТОМ ИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Оценивается эффективность эксплуатации машин городского коммунального хозяйства (МГКХ) на основе анализа структуры автомобильного парка коммунальных предприятий и структуры потребляемого ими топлива с учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации МГКХ. Выполнен расчет эффективности применения альтернативных топлив, позволивший оценить эффективность эксплуатации МГКХ, работающей на сжатом и сжиженном газе. Представлена сравнительная характеристика МГКХ на базе ГАЗ-53А и ГАЗ-2705 «Газель». Даны рекомендации и направления для дальнейших исследований.

В Украине действует система природоохранных мер, в которую входят Законы «Об охране окружающей природной среды», «Об охране атмосферного воздуха», «О транспорте», «О альтернативных видах жидкого и газового топлива», «Об энергосбережении», которые направлены на охрану окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение экологической безопасности жизнедеятельности человека, определяющие правовые, экономические, социальные и экологические основы энергоресурсосбережения и, которые стали законодательными актами, устанавливающими основы регулирования взаимоотношений между хозяйственными субъектами, а также между государством, юридическими и физическими лицами в отношении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Двигатели внутреннего сгорания являются одними из основных загрязнителей воздуха и представляют особую опасность, так как непосредственно воздействуют на большое количество людей, строения, зоны отдыха.

С действующими стандартами, устанавливающими нормативы на выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов и предусматривающими повышение экологической безопасности двигателей внутреннего сгорания связана объективная оценка топливно-экологических показателей, учитывающая конструктивные особенности и условия эксплуатации.

Цель исследования – разработка рекомендаций по улучшению ресурсосберегающих и экологических показателей двигателей внутрен-

него сгорания машин городского коммунального хозяйства с учетом их особенностей и условий эксплуатации.

Впервые в работе [1] в результате обработки многочисленных экспериментальных данных были обоснованы и разработаны обобщенные модели эксплуатации для оценки различных показателей двигателей сельскохозяйственных машин.

В работе [2] предложена модель эксплуатации двигателя грузового автомобиля, разработан метод комплексной оценки показателей расхода топлива и токсичности отработавших газов, а также циклы испытаний для оценки автотракторных двигателей.

Ряд особенностей и условий эксплуатации МГКХ был представлен в работе [3].

Эффективности применения газового топлива посвящено значительное число исследований и публикаций и этот вопрос не вызывает сомнений как с точки зрения ресурсосберегающих, так и экологических показателей двигателей внутреннего сгорания [2].

Рост цен на горюче-смазочные материалы, а также активный рост городской инфраструктуры, обусловленный научно-техническим прогрессом и увеличением населения городов, ставит вопрос о надежности функционирования сферы жилищно-коммунального хозяйства. Надежность функционирования, в частности водопроводного хозяйства в значительной степени определяется уровнем технического состояния аварийно-ремонтной техники.

Так как отрасль городского коммунального хозяйства на данный момент является одной из энергоемких и зависит от ценовых показателей энергоносителей (так, в структуре себестоимости воды на транспортные расходы приходится 7-8%, что по данным КП «ПТП «Вода» составляет 10 млн. грн. в год), актуальность приобретает вопрос энергоресурсосбережения.

В связи с этим важным является разработка и внедрение мероприятий, направленных на повышение топливной экономичности и экологичности автотранспортной техники городского коммунального хозяйства.

Украина, как страна с рыночной экономикой, взяла курс на дальнейшую евроинтеграцию, и можно утверждать, что стратегия радикального решения данной проблемы может быть основана только на тотальном обновлении национального парка автотранспорта и коренного изменения качества потребляемых нефтепродуктов. Необходимо также отметить, что износ основных фондов и техники городского коммунального хозяйства граничный, поэтому остро стоит вопрос переоснащения и внедрения новой техники на предприятиях городского

коммунального хозяйства. Это наиболее характерно для таких подотраслей городского коммунального хозяйства, как водопроводное и канализационное хозяйство.

На предприятиях городского коммунального хозяйства (ГКХ) в качестве аварийно-ремонтной техники используются в основном автомобили ГАЗ-52, -5201, -5312, - 53А, эксплуатирующиеся с 70-х – 90-х годов и находящиеся в неудовлетворительном техническом состоянии. Возникает необходимость замены устаревшей техники на более современную, имеющую более высокие технико-экономические показатели.

Анализируя позитивный зарубежный опыт по улучшению экологических показателей двигателей внутреннего сгорания и учитывая перспективу вступления Украины в Евросоюз, в последние годы актуальным является обеспечение соответствия двигателей внутреннего сгорания требованиям европейских норм по выбросам вредных веществ с отработавшими газами.

Структура потребления топлива автотранспортной техникой ГКХ

Анализ структуры автомобильного парка ГКХ проведен в работе [3], из которого следует, что наиболее целесообразной представляется возможность замены третьей группы МГКХ (мастерских) на машины с более высокими ресурсосберегающими и экологическими показателями.

Вопрос о ресурсосберегающих и экологических показателях мастерских ГКХ представляется актуальным, так как в этой группе преобладают машины с двигателями средней мощности (80-100 кВт), расходом топлива 30-50 л/100 км, кроме того именно эта группа техники является наиболее устаревшей и неменявшейся на протяжении многих лет по всем коммунальным предприятиям.

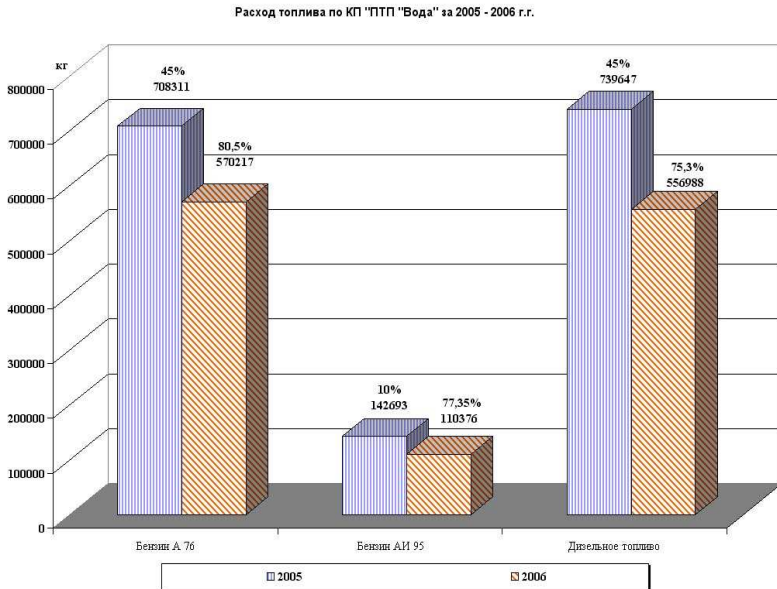
По структуре потребляемого топлива можно выделить как наиболее используемое, и в то же время наиболее дефицитное топливо – бензин А-76 и Аи-95. На рисунке представлена структура потребления топлива КП «ПТП «Вода» за 2005-2006 гг., из которого видно, что в структуре потребления топлива 45% составляет бензин А-76, 10% – бензин Аи-95, 45% – дизельное топливо. В связи с этим актуальным является конвертирование двигателей МГКХ на альтернативные виды топлива, что даст экономии расходов на топливо – 50-60%.

Как видно из рисунка, в результате внедрения на КП «ПТП «Вода» мероприятий по ресурсосбережению в соответствии с программой энергоресурсосбережения на 2006 г., разработанной на предприятии, удалось снизить расход топлива в 2006 г., соответственно бензина А-76 – до 80,5%, Аи-95 – до 77,35%, дизтоплива – до 75,3% от расхода

топлива за 2005 г.

Эффективность применения альтернативных видов топлива для МГКХ

В соответствии с [3] наиболее перспективным является применение газовых видов топлива (сжатого и сжиженного газа), имеющих хорошие моторные качества, определяемые высокой калорийностью, антидетонационными свойствами, однородностью состава.



Структура потребления топлива КП «ПТП «Вода» за 2005 – 2006 гг.

Преимущества газовых топлив определяются эффективностью их использования, зависящей от разведанных запасов, отсутствием загрязняющих вредных примесей и низкими выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателя.

Подробно преимущества и недостатки применения сжатого и сжиженного газа для ГКХ были рассмотрены в работе [3].

В соответствии с [3] в качестве МГКХ был принят автомобиль средней мощности с расходом топлива 16,4 л/100 км на базе ГАЗ-2705 «Газель».

Сравнение данных эксплуатации ГАЗ-2705 «Газель» по КП «ПТП «Вода», работающих на бензине и ГАЗ-2705 «Газель» по ОАО «Харь-

ковгоргаз», работающих на сжатом газе, показывает, что экономия за год после срока окупаемости проекта перевода МГКХ на газовое топливо составит для 21 ед. (планируемая численность ГАЗ-2705 «Газель» в КП «ПТП «Вода» в 2008 г.):

- на сжатый газ - 309288 грн./год;
- на сжиженный газ – 208509 грн./год.

По состоянию на 2007 г., в эксплуатации на коммунальных предприятиях г.Харькова находится около 100 ед. автомобилей типа ГАЗ-2705 «Газель».

В табл.1 приведен расчет ожидаемой экономии затрат на топливо при эксплуатации автомобилей ГАЗ-2705 «Газель» по коммунальным предприятиям г. Харькова при переводе с бензина на газовое топливо.

Таблица 1 – Расчет ожидаемой экономии затрат на топливо при эксплуатации автомобилей ГАЗ-2705 «Газель» на газовом топливе по коммунальным предприятиям г. Харькова.

Статьи	Вид топлива		
	бензин Аи-95	сжатый газ	сжиженный газ
Общий пробег для 100 ед., км	3064500		
Средний пробег 1-го автомобиля, км	30645		
Затраты на топливо по коммунальным предприятиям для 100 ед., грн./год	2531890	1059091	1538992
Удельные затраты на топливо по коммунальным предприятиям на 1 автомобиль на 1000км, грн./год на 1 авт./1000 км	826,2	345,6	502,2
Ожидаемая экономия по коммунальным предприятиям для 100 ед.: - экономия на 1 авт./1000 км - общая экономия за год после срока окупаемости проекта перевода на газ, грн./год		480,6 1472799	324 992898
Суммарные затраты по переводу на газ и по эксплуатации газовых автомобилей, отнесенные на весь парк техники, планируемой к переоборудованию на следующем этапе, грн.		615300	615300
Затраты на автомобили по проекту перевода на газ, грн.		993400	452400
Общий срок окупаемости, мес.		13,1	12,9
Срок окупаемости проекта, мес.		8,1	5,5
Ежегодная прибыль после срока окупаемости проекта, грн./год		1328899	848998

Расчеты, выполненные отделом ресурсосбережения КП «ПТП «Вода» г.Харькова, показывают, что при переводе с бензина на газовое топливо 100 единиц автомобилей ГАЗ-2705 «Газель» ожидаемая эко-

номия затрат на топливо при общем годовом пробеге 100 ед. – 3064500 км (30645 км – для 1 ед.) составит (расчеты проведены с учетом цен на топливо, действующих на 20.12.2007 г.):

- при переводе на сжатый газ – 1472799 грн./год;
- при переводе на сжиженный газ – 992898 грн./год.

Примечание: на 20.12.2007 г. цена бензина Аи-95 – 5,10 грн./л, А-76 – 4,85 грн./л; цена сжатого газа – 1,80 грн./1 м³ (расход – 19,2 м³/100 км); цена сжиженного газа – 3,10 грн./л (расход – 16,2 л/100 км).

Затраты на топливо по коммунальным предприятиям для 100 ед. определены с учетом расхода топлива на 100 км пробега, стоимости топлива и пробега автомобилей.

Суммарные затраты по переводу на газ и по эксплуатации газовых автомобилей, отнесенные на весь парк техники, планируемой к переоборудованию на следующем этапе включают следующие статьи затрат:

- специальный инструмент водительский (100 комплектов);
- инструмент для слесарей-ремонтников (30 комплектов);
- ежемесячное обмеднение;
- переосвидетельствование баллонов;
- переосвидетельствование манометров;
- обучение водителей (100 чел.);
- обучение слесарей-ремонтников (30 чел.);
- ежегодная проверка знаний;
- принудительная вентиляция, взрывобезопасный вариант (3 комплекта);
- подъемники для организации рабочих постов (3 комплекта).

Затраты на автомобили по проекту перевода на газ включают следующие статьи затрат:

- стоимость комплектов газового оборудования (100 ед.);
- дополнительный расход бензина (240 л/год на 1 авт.);
- затраты на возможный ремонт (200 грн. на 1 авт.);
- перерегистрация в ГАИ (для 100 ед.).

Общий срок окупаемости определен с учетом суммарных затрат по переводу на газ и по эксплуатации газовых автомобилей, отнесенных на весь парк техники, планируемой к переоборудованию на следующем этапе и затрат на автомобили по проекту перевода на газ по отношению к общей экономии топлива.

Срок окупаемости проекта определяется отношением затрат на автомобили по проекту перевода на газ к общей экономии топлива.

Ежегодная прибыль после срока окупаемости включает общую

экономии топлива без затрат на дополнительный расход бензина, возможный ремонт и ежегодную проверку знаний.

Сравнение данных табл.1 свидетельствует о том, что наиболее эффективным с точки зрения окупаемости будет использование в качестве альтернативного топлива для МГКХ сжиженного газа.

Конструктивные особенности и условия эксплуатации МГКХ

Решение вопроса энергоресурсосбережения и экологии может быть основано только на коренном обновлении парка автотранспорта и изменении качества потребляемых нефтепродуктов. Необходимо учитывать также, что износ основных фондов и техники ГКХ граничный, поэтому актуальным является вопрос переоснащения и внедрения новой техники на предприятиях ГКХ.

В реальных условиях эксплуатации техническое состояние автотранспорта, и, следовательно, количество выбрасываемых в атмосферу вредных веществ зависят от множества параметров и факторов, к основным из которых следует отнести тип, марку, год выпуска и пробег автомобиля, качество и своевременность выполнения очередного технического обслуживания или ремонта, а также квалификацию и степень ответственности водительского и контролирующего персонала.

Аварийно-ремонтная техника предприятий городского коммунального хозяйства устаревшая, в связи с чем для ее эксплуатации необходимы большие затраты на техническое обслуживание, ремонт и горюче-смазочные материалы. Так, используемая на коммунальных предприятиях в настоящее время аварийно-ремонтная машина АВМ-53 на базе ГАЗ-53А (с двигателем ЗМЗ-53), особенности которой были рассмотрены достаточно подробно в [3], выпускается с 1965 г. и за это время не претерпела существенных изменений.

В связи с этим с целью улучшения ресурсосберегающих и экологических показателей машин коммунального хозяйства предлагается заменить устаревшие аварийно-ремонтные машины на базе ГАЗ-53А (ГАЗ-5201) ($N_e=85$ кВт с расходом топлива ~ 30-50 л/100 км) на современные и более экономичные, имеющие меньшую мощность, достаточную для выполнения всех своих функций, а также меньший эксплуатационный расход топлива. По этим показателям и по цене наиболее оптимальной моделью машины коммунального хозяйства, которую в настоящее время предлагает рынок, является ГАЗ-2705 «Газель» ($N_e=65$ кВт), имеющая на 50% меньший расход топлива (16,4 л/100 км).

Анализ основных природоохранных технологий и мероприятий, внедрение которых могло бы обеспечить повышение топливно-экологических показателей, можно достичь за счет применения бензи-

нов улучшенного состава (ГАЗ-53А – А-76, ГАЗ-2705 «Газель» – Аи-95), применения альтернативных видов топлив, использования новых материалов (пластмасс) с целью уменьшения массы.

Основными преимуществами предлагаемой коммунальной машины на базе ГАЗ-2705 «Газель» перед другими является применение современных материалов (пластмасс) – снижение веса автомобиля составляет в два раза (ГАЗ-2705 «Газель» – 2 т, ГАЗ-53А – 4 т), применение материалов и сплавов для изготовления деталей двигателя с более высокой теплопередающей способностью, а также применение двигателя внутреннего сгорания с более высокими топливно-экологическими показателями, ведут к существенному сокращению затрат на топливо, смазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт, амортизацию и к сокращению вредных выбросов токсичных веществ в атмосферу с отработавшими газами.

*Сравнительная характеристика автомобилей,
используемых в качестве МГКХ*

В табл.2 приведена сравнительная характеристика автомобилей ГАЗ-53 (используемых в настоящее время в качестве МГКХ) и предлагаемой модели МГКХ – ГАЗ-2705 «Газель», основанная на материалах, представленных в [4-6].

Из табл.2 видно, что масса ГАЗ-2705 «Газель» в 2,25 раза ниже, чем ГАЗ-53А, кроме того, вес двигателя ГАЗ-2705 «Газель» за счет применения более легких алюминиевых сплавов (блока цилиндров, головки цилиндров и поршней) снижен на 32%.

Салон автомобиля ГАЗ-2705 «Газель» оборудован современной системой отопления и вентиляции для поддержания микроклимата в кабине, что является немаловажным, учитывая специфику работы бригад МГКХ.

Анализируя табл.2, можно отметить, что ГАЗ-2705 «Газель» является более маневренной за счет меньшей снаряженной массы, применения более легких сплавов, меньших габаритных размеров, а также более экономичной и энергоэффективной.

Таким образом, анализ структуры автомобильного парка ГКХ свидетельствует об актуальности вопроса повышения ресурсосберегающих и экологических показателей мастерских ГКХ, так как в этой группе преобладают машины с двигателями средней мощности (80-100 кВт) и расходом топлива 30-50 л/100 км. В то же время эта группа техники ГКХ является наиболее устаревшей и неменявшейся на протяжении многих лет на всех коммунальных предприятиях.

Исходя из структуры потребляемого топлива предприятиями ГКХ, наиболее дефицитным и дорогостоящим является бензин, что

составляет более 55% затрат на топливо, в связи с чем актуальным является конвертирование двигателей МГКХ на альтернативные виды топлива, что даст годовую экономию топлива на уровне 50-60%.

Таблица 2 – Сравнительная техническая характеристика автомобилей ГАЗ-53 и ГАЗ-2705 «Газель», используемых в качестве МГКХ

Технические параметры	ГАЗ-2705 «Газель»	ГАЗ-53А
Масса снаряженная автомобиля, кг	2000	3250
Полная масса, кг	3500	7900
Вес двигателя, кг	172	250
Габаритные размеры, мм:		
длина	5540	6395
ширина	2075	2380
высота	2200	2220
Расход топлива при движении с постоянной скоростью,		
л/100 км:	11	23,4
60 км/ч	14	
80 км/ч		
Погрузочная высота, мм	725	1850
Максимальный подъем, преодолеваемый автомобилем с		
полной нагрузкой, %	26	15
Модель двигателя	УМЗ-4215	ЗМЗ-53
Тип	4-х-такт., карб.	
Рабочий объем, л	2,89	4,25
Степень сжатия	7,0	
Номинальная мощность, нетто, кВт (л.с.)	65,4 (89)	88,5 (120) при 3200 мин ⁻¹
Максимальный крутящий момент, нетто, даН·м (кгс·м)	19,6 (20,0)	29 (29)
при частоте вращения коленвала, мин ⁻¹	2200-2500	2000-2500
Частота вращения коленчатого вала в режиме холостого		
хода, мин ⁻¹	750±50	
минимальная (n _{ххmin})	2400±50	
максимальная (n _{ххmax})		
Карбюратор	К-151Т	К-126Б
Топливный бак, л	64 (Аи-95)	90(А-76)
Кабина	цельнометал., пластмасса	цельнометал.
Аккумуляторная батарея	6СТ-55А	6СТ-75

На базе сравнения данных эксплуатации ГАЗ-2705 «Газель» на бензине по КП «ПТП «Вода» и ГАЗ-2705 «Газель» на газовом топливе по ОАО «Харьковгоргаз», показана эффективность применения альтернативного топлива. Выполнен расчет годовой экономии топлива при переводе с бензина на газовое топливо (сжатый и сжиженный газ), которая по всем коммунальным предприятиям г.Харькова составит:

для сжатого газа – 1472799 грн./год; для сжиженного газа – 992898 грн./год.

Учитывая особенности эксплуатации МГКХ, повышения ресурсосберегающих и экологических показателей можно достичь за счет применения бензинов улучшенного состава (ГАЗ-53А – А-76, ГАЗ-2705 «Газель» – Аи-95) и применения альтернативных видов топлива, за счет уменьшения массы. Замена находящихся в эксплуатации МГКХ на базе ГАЗ-53А на современные и более экономичные машины средней мощности и применение в качестве топлива сжатого или сжиженного газа позволит сократить затраты на горюче-смазочные материалы на 40-60%, техническое обслуживание и ремонт, увеличить межремонтный срок службы двигателя, а также уменьшить выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Рекомендуется с целью определения оптимальных параметров и регулировок двигателя внутреннего сгорания МГКХ по ресурсосберегающим и экологическим показателям и выдачи рекомендаций по эффективному использованию МГКХ в эксплуатационных условиях, уточнения условий и особенностей ее эксплуатации провести дорожно-эксплуатационные испытания МГКХ на базе ГАЗ-2705 «Газель».

1.Шеховцов А.Ф. Исследование нестационарных тепловых режимов поршней перспективных тракторных дизелей: Автореф. дисс.... д-ра техн. наук. – Харьков, 1978. – 24с.

2.Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. – Харьков: Изд. центр НТУ «ХПИ», 2003. – 244с.

3.Парсаданов И.В., Кулинич Б.П., Третьяков С.И., Гришко В.А. Роль энергоэффективности транспортной техники в структуре ресурсосбережения городского коммунального хозяйства // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2007. – №9. – С.26-29.

4.Автомобили семейства ГАЗель: Руководство по эксплуатации 3302 -3902010 РЭ. – 13-е изд. – Нижний Новгород: ОАО «ГАЗ», 2004.

5.Автомобиль ГАЗ-5312 и его модификации: Руководство по эксплуатации. – 4-е изд. – Горький, 1984.

6.Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 220 с.

Получено 22.02.2008